

**การออกแบบระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์  
สำหรับหน่วยงานขนาดใหญ่**  
**A DESIGN OF COMPUTER NETWORK FOR  
A HUGE ORGANIZATION**

**สุชาติ สิทธิสำอางค์**  
Suchart Sitthisam-ang

**อนุชิต ฐปเหลือง**  
Anushit Thoopluang

**กอบชัย เดชหาญ**  
Kobchai Dejhan

**คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**  
**Faculty of Engineering**  
**King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang**

(ได้รับเมื่อ สิงหาคม 2541)

**บทคัดย่อ**

ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีความสำคัญอย่างมาก เพราะสามารถนำมาช่วยในการจัดการ การบริหารและการวางแผนงานต่างๆ ซึ่งจะทำให้งานที่ได้มีความสะดวก รวดเร็ว มีประสิทธิภาพ และสามารถใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการปฏิบัติงาน บทความนี้จะกล่าวถึงการนำระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มาใช้กับหน่วยงานขนาดใหญ่ที่มีขอบข่ายทั่วประเทศ

## ABSTRACT

*Computer network system is very important in order to assist the management, planning to obtain the comfort, saving of time and better performances. It can be used to analyze the data for obtaining the highest useful. This paper presents the use of computer network system for a huge organization covering all over the country.*

## คำนำ

การออกแบบระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์สำหรับหน่วยงานขนาดใหญ่ เช่น กรมศุลกากร ขณะนี้อยู่ระหว่างการดำเนินการติดตั้งและทดสอบระบบงาน โดยออกแบบให้สอดคล้องกับความต้องการของกรมศุลกากร ตามสัญญาการประมูลและงบประมาณของโครงการ ซึ่งระบบที่ออกแบบจะใช้มาตรฐานของ International Standards Organization (ISO) สำหรับ Open System Interconnection (OSI) Model ระบบเครือข่ายที่ใช้ทั้งภายในกรมศุลกากร และการเชื่อมต่อระบบกับหน่วยงานของกรมศุลกากรที่อยู่ภายนอกกรม รวมถึงด้านศุลกากรต่าง ๆ ทั่วประเทศ จะใช้มาตรฐานของอีเทอร์เน็ต (Ethernet) ใช้ TCP/IP เป็นโปรโตคอล (Protocol) ในการติดต่อสื่อสารข้อมูลของระบบเครือข่าย และใช้ระบบ FDDI เป็น Backbone

เนื่องจากการออกแบบระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ จะต้องมีทีมงานหลายกลุ่มที่ทำงานร่วมกัน เช่น ทีมงานติดตั้ง Main frame computer ทีมงานติดตั้ง File server และ Workstation ทีมงานติดตั้งระบบสายสัญญาณ ทีมงาน Support application และทีมงานติดตั้งระบบ Network เป็นต้น ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ร่วมในการติดตั้ง File server, Workstation และทดสอบระบบ Network ทั้งภายในบริเวณกรมศุลกากร และด้านศุลกากรในภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วประเทศ

## อุปกรณ์และวิธีการ

### การออกแบบระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

การดำเนินงานติดตั้งระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มีขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้คือ

1. กำหนดจุดหรือสถานที่ที่จะให้มีการใช้ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบ On-line ซึ่งประกอบไปด้วย

- 1.1 ศูนย์คอมพิวเตอร์ประมวลผลหลัก (Headquarters) ซึ่งใช้เป็นศูนย์กลางในการควบคุมการประมวลผลของระบบ อยู่ที่กรมศุลกากร คลองเตย
- 1.2 หน่วยงานต่างๆ ภายในกรมศุลกากรและบริเวณใกล้เคียง
- 1.3 หน่วยงานต่างๆ ภายนอกกรมศุลกากร รวมถึงด้านศุลกากรตามภูมิภาคต่างๆ ทั่วประเทศ

2. เลือกมาตรฐานของระบบเครือข่ายว่าจะใช้เป็นมาตรฐานแบบเดียวกัน (Homogeneous protocol) หรือจะใช้มาตรฐานการเชื่อมต่อหลายแบบ (Heterogeneous protocol) ซึ่งมีมาตรฐานให้เลือกใช้หลายแบบด้วยกันคือ TCP/IP, DECnet, OSI/ISO, Novell IPX, XNS และ AppleTalk เป็นต้น

หากเลือกใช้มาตรฐานหลายแบบ จะต้องมี Gateway เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างมาตรฐานที่ต่างกัน

3. เลือกสื่อกลางที่ใช้ในการเชื่อมต่อว่าจะใช้สื่อกลางชนิดใดบ้าง เช่น สื่อกลางมาตรฐาน 10Base5, 10Base2, 10BaseT, 10BaseF, FDDI, Dial up, Leased line, Microwave และ Satellite link เป็นต้น ซึ่งสื่อกลางแต่ละชนิดมีราคา ความยากง่ายในการติดตั้ง การดูแลรักษา และระยะทางในการเชื่อมต่อแตกต่างกัน

4. กำหนด Topology ซึ่งเป็นการกำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อจุดต่างๆ เข้าด้วยกัน ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับมาตรฐานของสื่อกลางที่เลือกไว้

ในการกำหนด Topology การเชื่อมต่อทำให้ทราบว่า ระบบเครือข่ายที่ออกแบบไว้ มี Segment ทั้งหมดกี่แห่ง และแต่ละแห่งมีคอมพิวเตอร์เชื่อมต่ออยู่ทั้งหมดกี่เครื่อง และจำนวนอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อ segment ต่างๆ เข้าด้วยกัน เช่น Repeater, Bridge, Router, และ Gateway

5. เมื่อทราบลักษณะการเชื่อมต่อและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ทั้งหมดจากการออกแบบ Topology แล้ว เลือกอุปกรณ์ที่จะนำมาเชื่อมต่อกันว่าสามารถทำงานร่วมกันได้หรือไม่ และจะต้องสามารถติดตั้งอุปกรณ์เหล่านั้นได้โดยง่าย

6. จัดทำ Network blueprint ซึ่งการทำ blueprint นี้จะคล้ายกับการออกแบบ Topology ของระบบเครือข่าย แต่จะมีรายละเอียดในส่วนของความยาวและตำแหน่งหรือเส้นทางการติดตั้งของสายสัญญาณรายละเอียดของอุปกรณ์ hardware ต่างๆ รวมไปถึงองค์ประกอบของระบบเครือข่าย เช่น Client server, Repeater, Router และ Gateway เป็นต้น

7. จัดเตรียมคณะทำงาน เพื่อทำการติดตั้งระบบและเดินสายสัญญาณตามที่กำหนด และทำการทดสอบการทำงานของระบบ<sup>2</sup>

การเลือกชนิดของมาตรฐาน อุปกรณ์สื่อสาร ชนิดของเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือสายสัญญาณต่างๆ ที่จะใช้ในการเชื่อมต่อระบบ จะต้องพิจารณาจากส่วนประกอบหลายๆ อย่าง เช่น งบประมาณ ความเร็วที่ต้องการในการรับ-ส่งข้อมูลของระบบ ระยะทางในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ และการเพิ่มเติมขยายระบบในอนาคต เป็นต้น สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้มีความสำคัญอย่างมากในการออกแบบระบบเครือข่าย ตารางที่ 1, 2 และ 3 แสดงชนิดของสายสัญญาณ ความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูล และระยะทางที่สามารถใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์ของมาตรฐาน Ethernet, Fast ethernet และ ATM<sup>3</sup>

ตารางที่ 1. Ethernet's distance limitations and data rates

Physical media	Max. distance (m)	Data Rate (Mbps)
10base-T unshielded twisted pair	Up to 100	10
10base-2 thin coaxial cable	Up to 185	10
10base-5 thick coaxial cable	Up to 500	10
10base-F fiber optic cable	Up to 2,000	10

ตารางที่ 2. Fast Ethernet's distance limitations and data rates

Physical media	Max. distance (m)	Data rate (Mbps)
62.5 micron multimode fiber optic cabling (100base-FX)	Up to 412	100
Category 3 unshielded twisted pair (100base-T4)	Up to 100	100
Category 5 unshielded twisted pair (100base-TX)	Up to 100	100

ตารางที่ 3. ATM's distance limitations and data rates

Physical media	Max. distance (m)	Data rate (Mbps)
Category 3 unshielded twisted pair	Up to 100	25.6
Category 5 unshielded twisted pair	Up to 100	155.52
62.5 micron multimode fiber optic cabling	Up to 2,000	155.52

### มาตรฐานระบบ LAN ของ IEEE

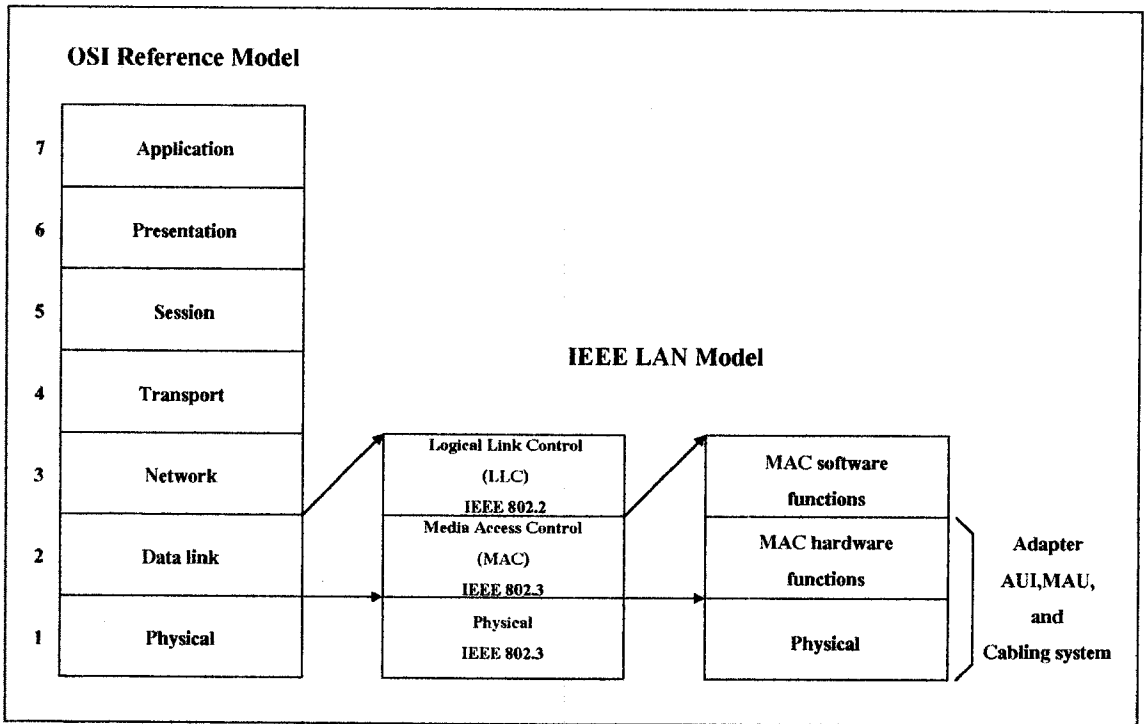
The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) ได้กำหนดมาตรฐานต่างๆ สำหรับระบบ LAN และที่รู้จักกันดี คือ IEEE 802 ซึ่ง IEEE 802.3 ใช้เป็นมาตรฐานของระบบ Ethernet มาตรฐาน IEEE จะแบ่ง OSI Data link layer ออกเป็น 2 sublayer คือ

1. **Logical Link Control (LLC)** เป็นระบบการควบคุมแลกเปลี่ยนข้อมูล การตรวจความผิดพลาดในการส่งข้อมูล การจัดระบบข้อมูลที่จะใช้ในการส่ง หน้าที่การทำงานเหล่านี้ครอบคลุมไปถึงการใช้สื่อ (media) ที่ต่างกัน

2. Media Access Control (MAC) จะกระทำกับสื่อเพื่อให้เกิดประโยชน์ทางด้าน Control access, Share physical medium มีหน้าที่คือ

- เตรียมรับ เตรียมส่ง frame ข้อมูลจาก network
- รับ-ส่ง frame ข้อมูลจาก network

ซึ่ง IEEE 802.3 นั้น MAC จะรวมเอา Physical layer และบางส่วนของ Data link layer ใน OSI Model ไว้ด้วย<sup>3</sup> (รูปที่ 1)



รูปที่ 1. แสดง OSI Model สัมพันธ์กับ IEEE LAN Model

Ethernet โดยทั่วไปแล้วจะมีลักษณะการใช้งานเป็นการจัดการช่วงการสื่อสารร่วมกัน โดยกระจายการควบคุม ซึ่งเรียกว่า CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) วิธีนี้จะไม่มีส่วนจัดการควบคุมส่วนกลางไปยังช่องสัญญาณ (channel) ต่างๆ และจะไม่มีการแบ่งช่องสัญญาณของ Time slot หรือ Frequency bands เมื่อสถานีต้องการที่จะส่งข้อมูล สถานีนั้นจะร้องขอสิทธิในการส่งข้อมูลไปยังส่วนที่ทำหน้าที่กระจายการสื่อสาร (shared communication channel) เมื่อได้รับสิทธิจากช่องการสื่อสารแล้ว สถานีก็สามารถที่จะส่งแพคเกจ (packet) ข้อมูลออกไปได้

ในการที่จะได้ช่องการสื่อสารนั้น สถานีจะคอยตรวจสอบ เมื่อเครือข่ายยังไม่ว่าง คือมีการรับ-ส่งข้อมูลอยู่ (carrier sense) ก็จะคอยจนช่องการสื่อสารนั้นว่าง คือ ไม่มีการสื่อสารเกิดขึ้น ก็จะเริ่มทำการส่งข้อมูล และในขณะที่ส่งข้อมูลอยู่นั้น ก็ต้องคอยตรวจสอบว่ามีสัญญาณการชนกัน (collision) ของข้อมูลหรือไม่ ซึ่งการชนกันนั้นจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้น ๆ ขณะเริ่มส่งข้อมูลเท่านั้น หากไม่มีสัญญาณการชนกันเกิดขึ้น ผู้ส่งก็สามารถได้รับช่องสัญญาณและสามารถส่งแพคเกจออกไปได้ ในกรณีที่สถานีตรวจพบการชนกันของข้อมูล การส่งข้อมูลก็จะถูกสั่งให้หยุดทำการส่งแพคเกจข้อมูลโดยทันที สถานีก็จะรับรู้ถึงการเกิดการชนกันของข้อมูลและจะต้องส่งข้อมูลกลับไปใหม่ (retransmission) โดยช่วงเวลาของการส่งกลับไปใหม่นั้น จะใช้เป็นช่วงเวลาของการสุ่ม (random delay period)

## IP address

การกำหนด IP address ให้กับองค์กรต้องเป็นไปตามสัญญาการประมูล แต่ถ้าไม่ได้กำหนดไว้ ก็ให้เลือกออกแบบให้เหมาะสมกับจำนวน hosts และจำนวน network ในระบบ และหากต้องการ IP address มาตรฐานในการเชื่อมต่อกับระบบ Internet ต้องขอ IP address จากหน่วยงานที่ให้บริการทางด้านนี้ เช่น NECTEC หรือ KSCNet เป็นต้น

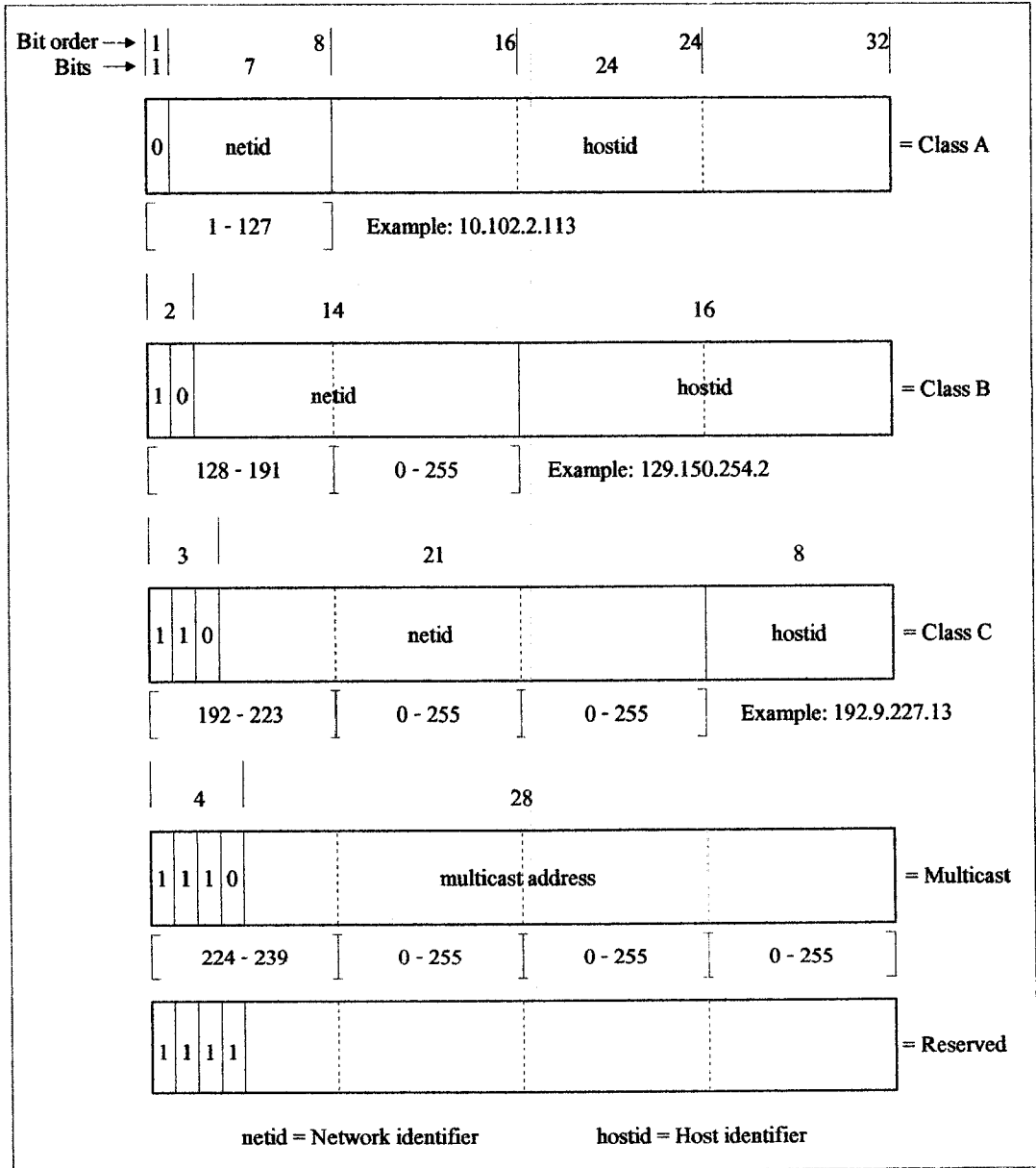
IP address มีจำนวน 32 บิต แบ่งออกเป็น 4 ส่วน แต่ละส่วนจะมี 8 bit field หรือ octet ซึ่งถูกแสดงด้วยเลขฐานสิบระหว่าง 0-255 และแต่ละส่วนจะถูกแบ่งด้วยจุด เช่น 123.150.182.32 IP address 32 บิต จะถูกแบ่งเป็น 2 subfield คือ เครือข่าย (netid = network identifier) และ host (hostid = host identifier) สามารถแบ่งเป็น class ต่างๆ ได้ดังนี้ คือ<sup>2, 4</sup>

*Class A* บิตแรกจะถูกกำหนดเป็น 0 ส่วน 7 บิตต่อมา จะเป็นเครือข่ายและ 24 บิตที่เหลือจะเป็น host ใน *Class A* สามารถมีเครือข่ายได้ 127 เครือข่าย และแต่ละเครือข่ายสามารถมีจำนวน host ได้ถึง 16,777,214 host

*Class B* บิตแรกจะถูกกำหนดเป็น 1 และบิตที่สองจะถูกกำหนดเป็น 0 ส่วน 14 บิตต่อมาจะเป็นเครือข่าย และ 16 บิตที่เหลือจะเป็น host ใน *Class B* สามารถมีเครือข่ายได้ 16,383 เครือข่าย และแต่ละเครือข่ายสามารถมีจำนวน host ได้ถึง 65,534 host

*Class C* สองบิตแรกจะถูกกำหนดเป็น 1 และบิตที่สามจะถูกกำหนดเป็น 0 ส่วน 21 บิตต่อมาจะเป็นเครือข่าย และ 8 บิตที่เหลือจะเป็น host ใน *Class C* สามารถมีจำนวนเครือข่ายได้ถึง 2,097,151 เครือข่าย และแต่ละเครือข่ายสามารถมีจำนวน host ได้ 254 host

Class D สามบิตแรกจะถูกกำหนดเป็น 1 และบิตที่สี่ จะถูกกำหนดเป็น 0 Class D นี้จะถูกกำหนดไว้ใช้สำหรับ Multicast address ซึ่งการกำหนด IP address ตาม class ต่างๆ นั้นได้แสดงไว้ในรูปที่ 2



รูปที่ 2. แสดงการแบ่ง IP address ตาม Class ต่างๆ



ในการที่จะทำความเข้าใจและอ่านค่า IP address ได้ง่ายขึ้น จึงได้มีการเขียนเป็นเลขฐานสิบจำนวน 4 ส่วน แต่ละส่วนถูกแบ่งด้วยจุด (dot) ลักษณะแบบนี้เรียกว่า *Dotted decimal notation*<sup>2,5</sup> ตัวอย่างเช่น

00001010	00000000	00000000	00000000	= 10.0.0.0 = Class A
				= netid 10
10000000	00000011	00000010	00000011	= 128.3.2.3 = Class B
				= netid 128.3 , hostid 2.3
11000000	00000001	00000010	00000011	= 192.1.2.3 = Class C
				= netid 192.1.2 , hostid 3

### ข้อกำหนดในการกำหนด IP address

1. ในระบบเครือข่าย Internet หมายเลข 127.0.0.0 (Class A) จะถูกสงวนไว้สำหรับการทดสอบระบบการสื่อสารบนตัวเอง เรียกว่า *Loopback* นอกจากนี้ ยังสามารถกำหนด *Loopback* อื่นๆ ได้ โดยกำหนดให้มี netid = 127 ส่วน hostid จะกำหนดอย่างไรก็ได้
2. บิตที่ใช้ในการกำหนด host ของ IP address จะต้องไม่เป็นบิต 1 ทั้งหมด เพราะจากมาตรฐานที่กำหนดไว้ IP address ที่มี host ประกอบด้วยบิต 1 ทั้งหมด จะหมายถึง host ทุกเครื่อง เช่น 129.12.255.255 จะหมายถึง host ทุกตัวที่อยู่บนเครือข่าย 129.12
3. บิตที่ใช้ในการกำหนดเครือข่ายของ IP address จะต้องไม่เป็น 0 ทั้งหมด เพราะจากมาตรฐานที่กำหนดไว้ host ที่ประกอบด้วยบิต 0 ทั้งหมด จะหมายถึงเฉพาะเครือข่ายนี้ เช่น 0.0.0.123 จะหมายถึง host 123 บนเครือข่ายนี้

### Transmission Control Protocol (TCP)

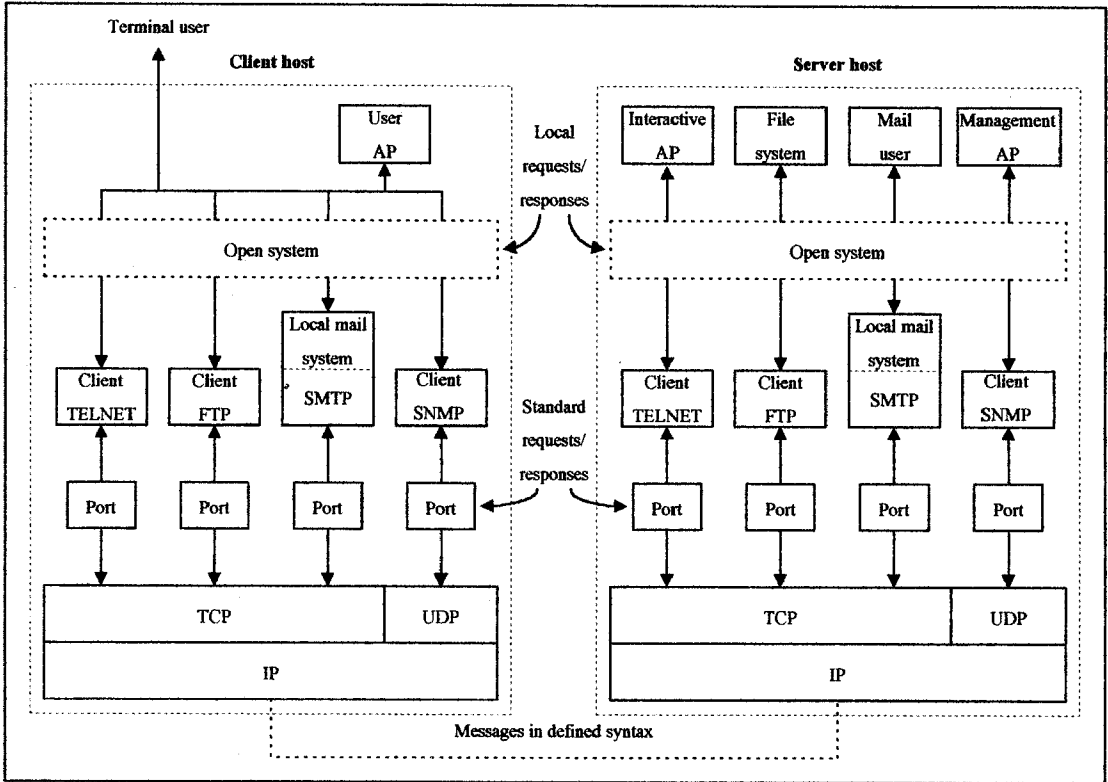
TCP จะมีคุณสมบัติทางด้าน Reliable, Byte-stream-oriented, Virtual circuit protocol สามารถที่จะทำการติดต่อสื่อสารระหว่าง host ไปยัง host บนเครือข่ายได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

หน้าที่หลักของ TCP คือ

1. ทำหน้าที่ในการสร้างกระบวนการเชื่อมต่อและยกเลิกการเชื่อมต่อ
2. จัดการเกี่ยวกับแพกเก็ต ที่รับ-ส่งให้มีประสิทธิภาพ
3. จัดการเรียงลำดับก่อนหลัง ของแพกเก็ตที่รับ-ส่ง

- 4. มี flow control ในการป้องกัน data over flow ไปยัง host
- 5. มีการ error recovery สำหรับแพคเกจที่สูญหาย หรือที่ซ้ำกัน
- 6. สามารถแบ่งแยก ไปยัง application ต่างๆ ที่อยู่บน host ได้

ตัวอย่างของ application ที่ใช้ TCP ได้แก่ File Transfer Protocol (FTP), Telnet และ Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) (รูปที่ 3)

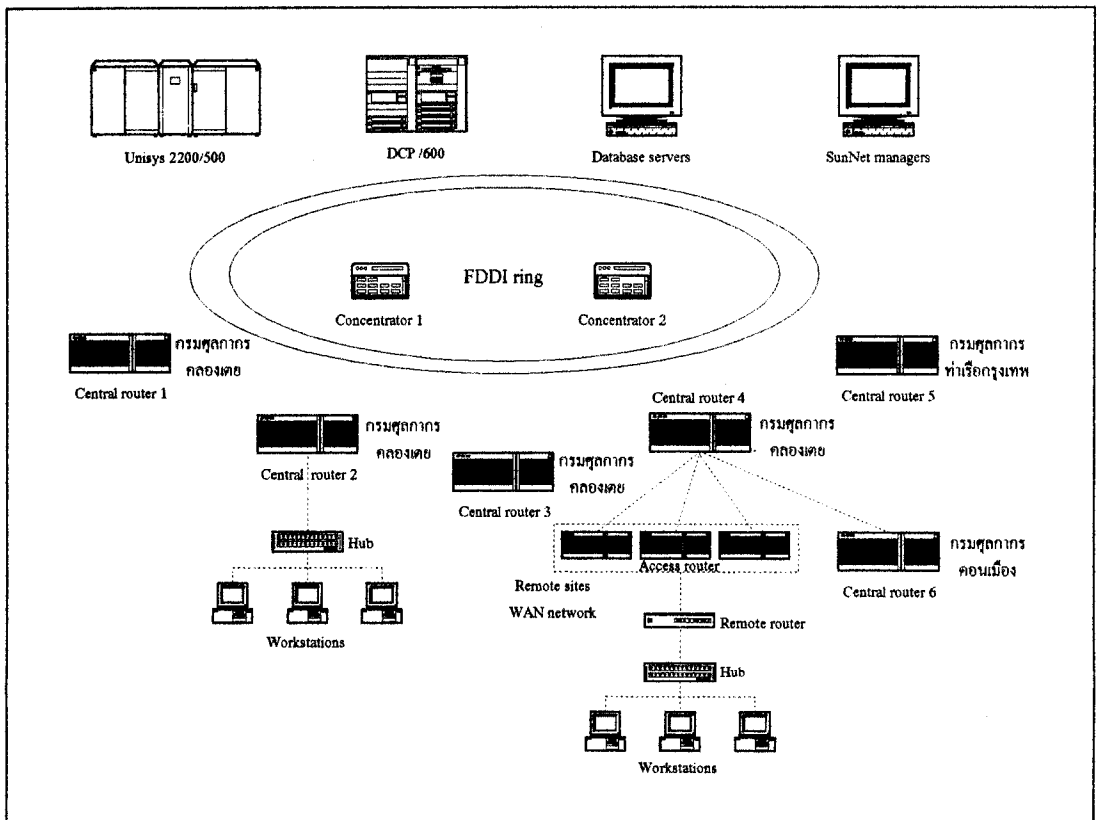


รูปที่ 3. แสดงการประยุกต์ใช้งานโปรโตคอล TCP/IP

TCP/IP Protocol เป็นโปรโตคอล ที่ได้รับความนิยมอย่างมากในการสื่อสารของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ปัจจุบันการใช้งานระบบคอมพิวเตอร์ได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมคือเดิมใช้การประมวลผลข้อมูลที่ส่วนกลางเช่นเครื่องเมนเฟรม เปลี่ยนเป็นใช้การประมวลผลข้อมูลแบบกระจาย หรือใช้ Client server เพิ่มมากขึ้น ซึ่งลักษณะการทำงานแบบนี้ต้องใช้พื้นฐานของ TCP/IP protocol เช่น Network File Systems (NFS), Domain Name System (DNS) และ Remote Login

## การติดตั้งระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนในการติดตั้งระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของกรมศุลกากร สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ การติดตั้งตามหน่วยงานต่างๆ ภายในกรมศุลกากรและบริเวณใกล้เคียง และการติดตั้งตามหน่วยงานต่างๆ ภายนอกกรมศุลกากรรวมทั้งด้านศุลกากรตามภูมิภาคต่างๆ ทั่วประเทศ รูปที่ 4 แสดงการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายในศูนย์คอมพิวเตอร์ประมวลผลหลัก (headquarters) ซึ่งใช้เป็นศูนย์กลางในการควบคุมการประมวลผลของระบบ ประกอบด้วยเครื่อง Computer Main Frame Unisys 2200/500 ทำหน้าที่ให้บริการทางด้าน host Application, SUN sparc 1000E ทำหน้าที่เป็น Database server และ SunNet managers ใช้สำหรับตรวจสอบและจัดการระบบเครือข่าย โดยมี Cisco 7000 เป็น Central router ซึ่งส่วนประกอบหลักของระบบเหล่านี้จะเชื่อมต่อเข้ากับ FDDI backbone

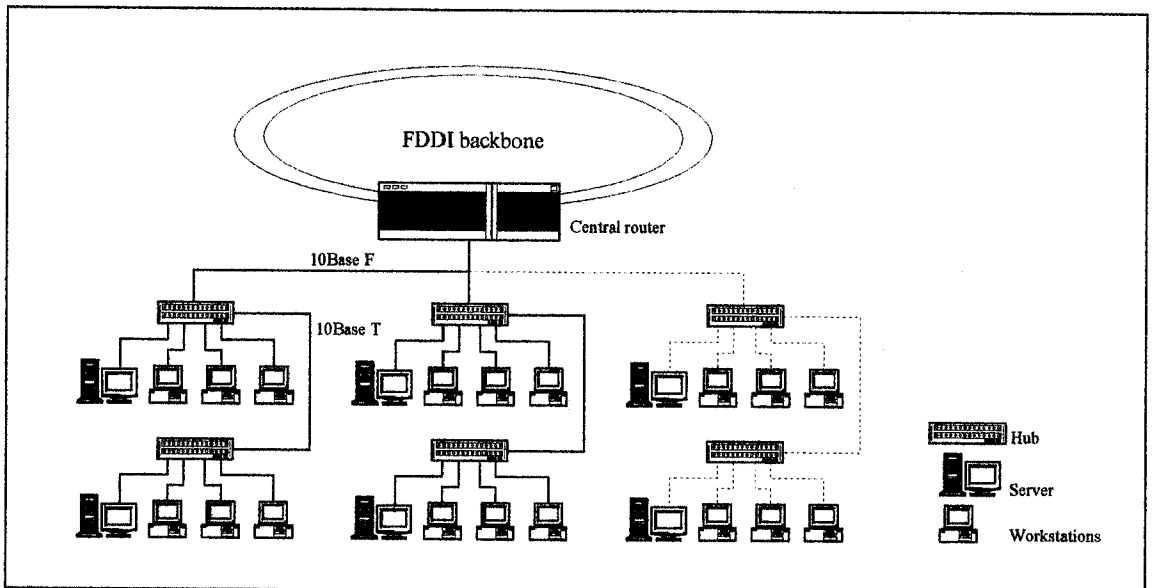


รูปที่ 4. แสดงส่วนประกอบคอมพิวเตอร์หลักของระบบเครือข่าย

ระบบ FDDI backbone network มีการต่อทาง Physical เป็นแบบ Star topology ส่วนทาง Logical topology จะเป็นแบบ Dual ring ความเร็วที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลระหว่าง Central router กับ FDDI backbone มีค่าเท่ากับ 100 Mbps

**การติดตั้งระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ตามหน่วยงานต่าง ๆ ภายในกรมศุลกากรและบริเวณใกล้เคียง**

ภายในกรมศุลกากรคลองเตยมีอาคารอยู่หลายอาคารซึ่งใช้เป็นที่ปฏิบัติงานของหน่วยงานต่างๆ อาคารที่มีการติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์จำนวนมากจะติดตั้ง Central router ไว้สำหรับให้บริการในการติดต่อกับเครือข่ายที่อาคารนั้นๆ ส่วนอาคารที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่มากจะติดตั้ง Central router ไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสมและใช้งานร่วมกัน โดยแต่ละหน่วยงานจะมีการต่อระบบ Computer network เป็น LAN วงย่อยๆ ซึ่งประกอบด้วย File server และ Workstation ทั้ง File server และ Workstation จะต่อเข้ากับ hub ด้วยมาตรฐาน Ethernet 10BaseT และจาก hub จะต่อเข้ากับ Central router ด้วยมาตรฐาน 10BaseF (รูปที่ 5)

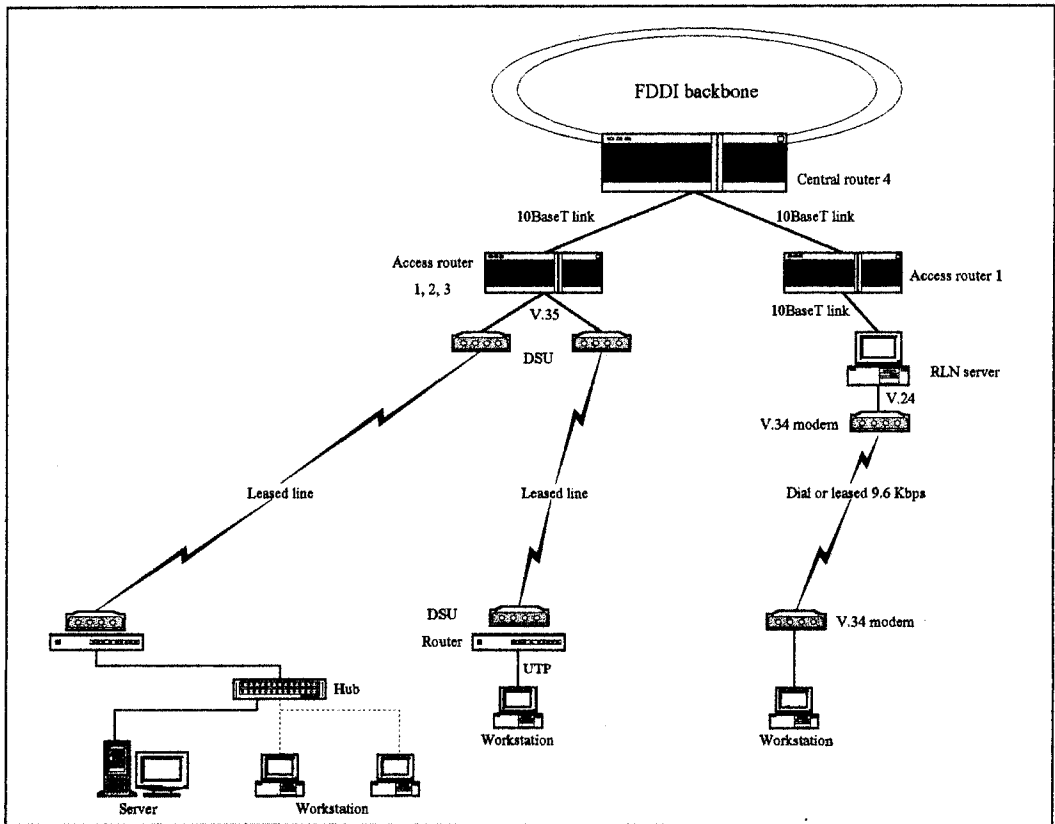


รูปที่ 5. แสดงการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายในบริเวณกรมศุลกากร

สำหรับหน่วยงานต่าง ๆ ในกรมศุลกากรตอนเมือง จะมีการต่อระบบเครือข่ายเป็น LAN วงย่อย ๆ เหมือนกัน และระบบเครือข่ายสามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบเครือข่ายที่กรมศุลกากรคลองเตย โดยการเชื่อมต่อ Central router ของทั้งสองด้านผ่านสายสัญญาณ Leased line ขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย ด้วยความเร็ว 2 Mbps

การติดตั้งระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ตามหน่วยงานต่าง ๆ ภายนอกกรมศุลกากรและด่านศุลกากรในภูมิภาคต่างๆ ทั่วประเทศ

ด่านศุลกากรที่อยู่ภายนอกกรมศุลกากรทั้งในกรุงเทพฯ และในภูมิภาค สามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบเครือข่ายภายในกรมศุลกากรได้โดยต่อผ่านทางโมเด็ม ซึ่งที่ศูนย์คอมพิวเตอร์ประมวลผลหลักจะมี Access router ติดตั้งอยู่ 3 ชุด โดย Access router นี้ จะทำหน้าที่เชื่อมโยงระบบ LAN ในส่วนภูมิภาคหรือด่านศุลกากรต่าง ๆ ที่อยู่ภายนอกกรมฯ ผ่าน Remote router ไปยัง Central router (รูปที่ 6)















รูปที่ 6. แสดงการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายจากภายนอกเข้ามาที่ศูนย์คอมพิวเตอร์หลัก

การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายตามจุดต่างๆ เข้ามาที่ Access router จะใช้บริการของ องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย ซึ่งมี Leased line ขนาด 64 Kbps (Dial backup) และ Leased line 9.6 Kbps หรือโดยใช้ Dial line

### ผลการทดลอง

ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของกรมศุลกากรขณะนี้อยู่ระหว่างดำเนินการติดตั้ง ซึ่ง บางหน่วยงานมีการติดตั้งระบบเครือข่ายไปบ้างแล้ว และกำลังทดสอบระบบงานของแต่ละหน่วยงาน จากการนำโปรแกรม LAN analyzer<sup>1</sup> มาทดสอบการตรวจจับแพกเก็ตในระบบพบว่า ผลที่ได้ จากการรันโปรแกรม สามารถแสดงสภาพความหนาแน่นของการรับ-ส่งข้อมูลในเครือข่าย แสดง แพกเก็ตที่ตรวจจับ และแสดงรายละเอียดของแพกเก็ตข้อมูลที่รับเข้ามาได้ จากรูปที่ 7, 8 และ 9 แสดงให้เห็นความสามารถในการปฏิบัติงานของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ได้ติดตั้งไปแล้ว แต่ประสิทธิภาพของระบบจะดีมากน้อยแค่ไหนนั้น จะต้องทำการวิเคราะห์และทดสอบระบบที่ สมบูรณ์อีกครั้งหลังจากที่ติดตั้งระบบเครือข่ายเรียบร้อยแล้ว

Software for Lan Analyzer		(V1.0)
## THESIS ##	Mr. Uichian KIATKAJITUM	
## ADVISOR :	Assoc. Prof. Dr. Kobchai DEJHAN	
#Time		
15:41:24		8%
15:41:26		8%
15:41:28		7%
15:41:30		8%
15:41:32		6%
15:41:34		7%
15:41:36		8%
15:41:38		8%
15:41:16		7%
15:41:18		8%
15:41:20		8%
15:41:22		8%
[0-6] Low 1		#Traffic
Pk Counter: 12758	7-15 Normal 16-70 High 71-100 Very High	15:41:38

รูปที่ 7. แสดงสภาพความหนาแน่นของข้อมูลที่เกิดขึ้นภายในเครือข่าย

```

Select the Packet Number [0 = exit] :6
Packet Number      : 6
Time Received      : 14:50:05
Destination Address: 00-00-C0-4C-54-E4
Source Address     : 00-00-0C-7D-10-24
Type:Length       : 0800
Length of Packet   : 147

0000: 00 00 C0 4C 54 E4 00 00 0C 7D 10 24 08 00 45 00    ..LTS...}.$.E.
0010: 00 05 90 CE 40 00 FD 06 B1 0A 81 DF 8A 47 0A 0E    .âé#0.2.üü-G..
0020: 05 65 00 17 04 07 26 E0 4D 5D 00 01 44 14 50 10    .e....&M)..D.P.
0030: 22 38 9E 8E 00 00 1B 5B 4B 52 65 61 64 69 6E 67    "B[A...[K[Reading
0040: 2E 2E 2E 20 07 1B 5B 32 34 3B 31 48 1B 5B 4B 43    ... ..[24;1H.[K
0050: 6F 6E 6E 65 63 74 69 6F 6E 20 74 6F 20 6E 65 77    onnection to new
0060: 73 20 73 65 72 76 65 72 20 68 61 73 20 74 69 6D    s server has tim
0070: 65 64 20 6F 75 74 2E 20 52 65 63 6F 6E 6E 65 63    ed out. Reconnec
0080: 74 3F 20 28 79 2F 6E 29 3A 20 79 1B 5B 32 34 3B    t? (y/n): y.[24;
0090: 36 30 48                                           60H
    
```

รูปที่ 8. แสดงรายละเอียดของแพคเกจข้อมูลที่ตรวจรับเข้ามาในเครือข่าย

Software for Lan Analyzer (V1.0)			
## THESIS ##		Mr. Uichian KIATKAJITMUN	
## ADVISOR :		Assoc. Prof. Dr. Kobchai DEJHAN	
#Number	#Destination Address	#Source Address	#Type:Length #Name
1689	00-60-67-00-49-A1 10.14.5.155	00-00-0C-7D-10-24 10.99.1.11	0800 61 IP:TCP
1690	00-60-67-00-49-A1 10.14.5.155	00-00-0C-7D-10-24 10.99.1.11	0800 61 IP:TCP
1691	00-60-67-00-49-A1 10.14.5.155	00-00-0C-7D-10-24 10.99.1.11	0800 61 IP:TCP
1692	00-60-67-00-49-A1 10.14.5.155	00-00-0C-7D-10-24 10.99.1.11	0800 61 IP:TCP
1693	00-00-0C-7D-10-24 202.183.253.194	00-60-67-00-49-43 10.14.5.111	0800 60 IP:TCP
1694	01-00-5E-00-00-05 224.0.0.5	00-00-0C-7D-10-24 10.14.5.1	0800 78 IP:TCP
Pk Counter:1694		Software For Lan Analyzer Display Mode	
		15:47:05	

รูปที่ 9. แสดงแพคเกจบนเครือข่าย

## สรุป

การนำระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์มาใช้กับหน่วยงานขนาดใหญ่ โดยมีการออกแบบระบบเครือข่ายที่ดี มีการเลือกใช้อุปกรณ์หรือสื่อกลางต่าง ๆ ที่ได้มาตรฐานเหมาะสมกับประเภทของงาน และติดตั้งระบบโดยทีมงานที่มีความรู้ ความสามารถในการปฏิบัติงาน จะทำให้ระบบเครือข่ายที่ติดตั้งเป็นระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่สมบูรณ์แบบ และมีประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานสูง สามารถรองรับระบบงานหรือ application ต่าง ๆ ที่ใช้ภายในระบบให้ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง มีความถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็วในการประมวลผลข้อมูล ซึ่งจะส่งผลให้หน่วยงานนั้นมีศักยภาพในการบริหารงาน และทำให้เกิดความเจริญก้าวหน้าในการพัฒนาประเทศ

### ข้อเสนอแนะ

การจัดเตรียมสถานที่ที่ติดตั้ง host computer อุปกรณ์ต่อพ่วง และอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้เป็นศูนย์กลางคอมพิวเตอร์ประมวลผลหลัก (headquarters)

1. สถานที่ที่ใช้ในการติดตั้งต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะรองรับการติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมด
2. ควรจัดระบบรักษาความปลอดภัยสำหรับห้องควบคุมระบบ โดยอนุญาตเฉพาะผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องเท่านั้นที่สามารถเข้า-ออกได้
3. จัดระบบป้องกันอัคคีภัย
4. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ และอุปกรณ์ตรวจวัดความชื้น
5. ติดตั้งระบบไฟฟ้ากำลังและระบบแสงสว่างให้ได้มาตรฐาน
6. วัตถุประสงค์ต่าง ๆ เช่น สัญญาณรบกวนจากสนามแม่เหล็ก สัญญาณรบกวนจากสถานีรับ-ส่งต่างๆ และสัญญาณรบกวนจากระบบไฟฟ้ากำลัง เป็นต้น เพราะสัญญาณเหล่านี้หากมีมากเกินไปจะก่อให้เกิดเครื่อง และระบบควบคุมต่าง ๆ ทำงานผิดพลาดได้

รายละเอียดดังกล่าวสามารถศึกษาได้จากคู่มือการจัดเตรียมและติดตั้งของเครื่องรุ่นนั้น ๆ เพราะเครื่องแต่ละรุ่น แต่ละยี่ห้อ จะมีการออกแบบความต้องการในการติดตั้งที่แตกต่างกันไป<sup>6</sup>



### ข้อควรพิจารณาในการเลือก host computer

มีหลักในการพิจารณา ดังนี้

1. ความสามารถในการเชื่อมต่อกับระบบงานเดิม และระบบงานที่จะขยายเพิ่มเติมในอนาคต
2. host computer และอุปกรณ์ต่อพ่วงต้องมีความสามารถในการปฏิบัติงาน มีความเชื่อถือได้ของระบบสูง และมีความสามารถในการรองรับระบบงานทั้งหมดได้
3. สามารถรองรับจำนวน on-line users ได้ตามที่กำหนด
4. ความสามารถในการ Access application ของระบบ
5. มีช่วงเวลาในการประมวลผลที่เหมาะสมตามที่กำหนด (processing transaction)
6. ลักษณะของการจัดเก็บข้อมูล (data storage)
7. ลักษณะของระบบงาน และปริมาณของระบบงาน

### ข้อควรพิจารณาในการเลือกอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล

#### Access router และ Remote router

1. Support network protocols ที่เป็นมาตรฐาน เช่น  
 IP (Internet Protocol)  
 PPP (Point-to-Point Protocol)  
 X.25  
 Protocol อื่นๆ ที่ระบบต้องการ
2. Support routing protocols ที่เป็นมาตรฐาน เช่น  
 RIP (Routing Information Protocol)  
 OSPF (Open Shortest Path First)  
 EGP (Exterior Gateway Protocol)  
 BGP (Border Gateway Protocol)
3. Support การจัดการเครือข่ายที่เป็นมาตรฐาน เช่น  
 SNMP (Simple Network Management Protocol)  
 MIB II (Management Information Base Version 2)
4. มี Ethernet port และ WAN port เพียงพอต่อความต้องการของระบบ
5. สามารถทำการ configure และ maintain จาก remote ได้

## Central router

หลักการพิจารณาเหมือน Access router และ Remote router แต่มีข้อที่ควรพิจารณาเพิ่มเติม คือ

1. Support bridge function ที่เป็นมาตรฐาน เช่น Translational bridging บน FDDI เพื่อรองรับ protocol เช่น Net BIOS หรือ Net BEUI (Net BIOS extended user interface)
2. Router แต่ละชุด ต้องมีจำนวน port เหมาะสมกับ network ที่ออกแบบ และสามารถขยายจำนวน WAN port และ Ethernet port ได้
3. แต่ละ port ต้องมีความสามารถในการกรองแพ็กเก็ตที่ไม่ต้องการ ไม่ให้เข้าสู่ Backbone
4. สามารถสร้างและปรับปรุงเปลี่ยนแปลง Routing table ได้โดยอัตโนมัติและโดยผู้ควบคุมระบบ
5. มี RS-232 port เพื่อทำการ set up และปรับปรุงเปลี่ยนแปลง configuration ผ่าน terminal
6. สามารถสับเปลี่ยนอุปกรณ์ใน router และ I/O port โดยไม่ต้องปิดเครื่อง (hot swap)
7. ควรมี Redundant power supply

## Modem

1. Support การ modulation มี error control และ data compression ตามมาตรฐาน CCITT
2. สามารถใช้ได้กับสายโทรศัพท์ประเภท Leased line ทั้งระบบ 2 เส้น และ 4 เส้น และ Public switched line
3. สามารถที่จะหมุนโทรศัพท์และตอบรับโดยอัตโนมัติ (Auto dial/Auto answer) และหมุนโทรศัพท์ได้ทั้งแบบ tone และ pulse
4. สามารถลดและเพิ่มความเร็วในการรับส่งข้อมูลโดยอัตโนมัติขึ้นอยู่กับสภาพของ connection
5. สามารถทำงานได้ทั้งการสื่อสารแบบ Synchronous และ Asynchronous

6. สามารถทำการทดสอบการทำงานของตนเองได้โดย Local analog loopback, Local digital loopback, Remote digital loopback และ End-to-end test
7. สามารถทำ Automatic auto dial backup ได้

## Hub

1. Support การจัดการเครือข่ายที่เป็นมาตรฐาน เช่น
  - SNMP (Simple Network Management Protocol)
  - MIB II (Management Information Base Version 2)
2. มีจำนวน port (เช่น 10Base F และ 10Base T) เพียงพอต่อการใช้งาน
3. ถ้าสามารถทำการ configure ได้ จะเป็นการสะดวกต่อการควบคุมดูแล

### ข้อแนะนำในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการติดตั้งระบบเครือข่าย

1. ควรจัดให้ทุกทีมงานมีการประชุมกันอย่างสม่ำเสมอ เพื่อจะได้ทราบถึงความก้าวหน้าของงาน ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น และแนวทางในการแก้ไขปัญหาาร่วมกัน
2. การเลือกใช้อุปกรณ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน จะก่อให้เกิดปัญหาในระหว่างปฏิบัติงาน ทำให้เกิดความล่าช้าและสิ้นเปลืองงบประมาณที่จะต้องจัดหาอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานมาทดแทน
3. การเลือกใช้มาตรฐานในการติดตั้ง ทุกทีมงานที่เกี่ยวข้องจะต้องรับทราบและใช้มาตรฐานเดียวกัน เพื่อความสะดวกในการติดตั้งและบำรุงรักษา เช่น การเลือกใช้อย่างสายสัญญาณ การเข้าหัว connector ของสายสัญญาณ RJ-45 ว่าจะใช้ Wire color code แบบ AT&T T568B หรือ TIA 2840 for T568B-UTP<sup>4</sup> เป็นต้น
4. ในการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ควรทำการตรวจสอบสภาพแวดล้อมของสถานที่ ที่จะทำการติดตั้งว่าเมื่อทำการติดตั้งแล้วระบบที่ติดตั้งใหม่และระบบงานเดิมสามารถทำงานได้ตามปกติหรือไม่ เช่น การติดตั้งระบบไฟฟ้าสำรอง (UPS) หากติดตั้งใกล้กับระบบสื่อสาร อาจทำให้ระบบสื่อสารมีปัญหาในการรับ-ส่งสัญญาณ หรือ การติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ใกล้กับระบบไฟฟ้าแรงสูงหรือสถานีส่งสัญญาณ จะทำให้จอภาพสั่น เป็นต้น
5. ควรทำการสำรวจสถานที่ก่อนที่จะทำการติดตั้งอุปกรณ์ เพราะจะทำให้ได้ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบระบบ เช่น

- ระยะเวลาในการติดตั้งอุปกรณ์
- การเลือกจุดเชื่อมต่อที่เหมาะสม
- การจัดการระบบไฟฟ้าที่จะมาจ่ายให้กับอุปกรณ์ที่ติดตั้ง
- ระบบไฟฟ้าเดิมเพียงพอกับภาระ (load) ที่เพิ่มขึ้นหรือไม่
- หากมีความจำเป็นที่จะต้องเดินสายสัญญาณ ระบบไฟฟ้าหรืออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งในสถานที่ของหน่วยงานอื่น จะต้องทำเรื่องขออนุญาตก่อนเข้าทำการปฏิบัติงาน เช่น การติดตั้งระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของกรมศุลกากรในบริเวณการทำเรือแห่งประเทศไทย และการทำอากาศยานกรุงเทพ เป็นต้น

6. สายสื่อสารที่จะต้องเดินภายในอาคาร เช่น สายโทรศัพท์ สาย Fiber optic และสาย UTP จะต้องมีการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสาย เช่น การกัดแทะของหนู โดยการร้อยสายในท่อ Flexible metal conduit หรืออื่นๆ ที่เหมาะสมและได้มาตรฐาน

7. การเดินสายสื่อสาร (เช่น Fiber optic) ระหว่างอาคารและการเดินผ่านที่สาธารณะจะต้องคำนึงถึงความสะดวกในการบำรุงรักษา และการป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดโดยอุบัติเหตุหรือเกิดจากภัยธรรมชาติ เช่น พายุ ฟ้าผ่า และน้ำท่วม เป็นต้น

## เอกสารอ้างอิง

1. วิเชียร เกียรติขจิตมัน. เทคนิคการตรวจจับโปรโตคอลในเครือข่ายท้องถิ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2539.
2. Sun Microsystems Inc. Solaris 2.x Network Administration. Sept., 1993.
3. Mark A., Sportack, F., Papas, C. and Rensing, E. High-Performance Networking. Sams.net Pub., 1997.
4. Siyan, K. Netware the Professional Reference. New Riders Publication, 1994.
5. Halsall, F. Data Communications, Computer Networks and Open Systems. Addison-Wesley Publication, 1996.
6. Unisys Corporation. 2200/500 System Preinstallation Planning Guide. Mar., 1994.